



دانشگاه علوم پزشکی کرمان

دانشکده بهداشت

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط

عنوان:

بررسی عملکرد کربن فعال پوشش داده شده با نانوتیوب کربن در حذف سیپرو  
فلوکساسین از محلول های آبی

توسط: نرگس شریف پور

استاد راهنما: دکتر محمد ملکوتیان

استاد مشاور: دکتر فاضل محمدی مقدم- دکتر گشتاسب مردانی

سال تحصیلی: ۱۳۹۸-۱۳۹۷

**مقدمه:** سیپروفلوکساسین آنتی بیوتیک وسیع الطیف از گروه فلوروکینولونهاست<sup>۱</sup> که به طور گسترده در بیمارستان ها برای درمان عفونت های باکتریایی استفاده شده است. اتم فلئور در ترکیب آنتی بیوتیک های گروه فلوروکینولون ها باعث ایجاد ثبات و پایداری آن ها شده است. این آنتی بیوتیک در محیط های آبی دیر و یا اصلا تجزیه نمی شود. لذا از اهمیت ویژه ای نسبت به سایر آنتی بیوتیک ها برای حذف بر خوردار می باشد فرآیند جذب در مقایسه با تکنیک های دیگر تصفیه از نظر هزینه اولیه، استفاده مجدد از پساب، سادگی و انعطاف پذیری در طراحی، بهره برداری آسان و غیر حساس بودن به آلاینده ها و ترکیبات سمی، مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. تولید پساب با کیفیت بالا و عدم تشکیل رادیکال های آزاد و مواد خطرناک از مزایای دیگر این روش به حساب می آید. هدف از این تحقیق بررسی حذف سیپروفلوکساسین از محلول های آبی توسط کربن فعال پوشش داده شده با نانوتیوب کربن چندجداره است.

**روش ها:** تحقیق تجربی است که در نیمه اول سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد و آزمایشگاه و مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام پذیرفت. نمونه سنتتیک با غلظت ۲۰ تا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر از سیپروفلوکساسین تهیه شد. کارایی حذف سیپروفلوکساسین توسط کربن فعال پوشش داده شده با نانوتیوب کربن در شرایط مختلف pH (۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۲)، غلظت جاذب (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر)، زمان تماس (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۸۰ دقیقه)، غلظت اولیه سیپروفلوکساسین (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر)، دما (۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۰) مورد بررسی قرار گرفت و شرایط بهینه حذف روی نمونه سنتتیک بدست آمد. آزمایشات در شرایط بهینه با محلول واقعی که قبلا کیفیت آن از نظر EC, PH, COD, BOD، کدورت و غلظت اولیه سیپروفلوکساسین تعیین گردید نیز انجام شد. میزان حذف سیپروفلوکساسین توسط کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا<sup>۲</sup> (Agilent 1200) اندازه گیری شد. جهت بررسی ساختار و مورفولوژی سطح جاذب و آنالیز گروه های عاملی موجود در سطح جاذب از آنالیزها BET, SEM, FTIR قبل و بعد از اصلاح نمودن جاذب استفاده شد. کلیه آزمایش ها بر اساس کتاب روش های استاندارد آب و فاضلاب و با سه بار تکرار انجام گرفت. نتایج بصورت میانگین گزارش شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آمار توصیفی انجام گردید.

**نتایج:** حداکثر راندمان حذف سیپروفلوکساسین در شرایط بهینه pH=۷ و زمان تماس ۳۰ دقیقه و مقدار جاذب ۲۰ میلی گرم بر لیتر و دمای ۴۰ درجه و غلظت اولیه سیپروفلوکساسین ۲۰ mg/L در نمونه سنتتیک و واقعی به ترتیب ۱۰۰٪ و ۷۳٪ بدست آمد. بررسی معادلات سینتیک و ایزوترم جذب نشان داد که فرآیند جذب از سینتیک درجه دوم و

<sup>1</sup> Flourquinolones

<sup>2</sup> High performace liquid chromatography(Hplc)

ایزوترم فروندلیچ تبعیت می نماید. بررسی معادلات ترمودینامیک نشان داد جذب توسط کربن فعال پوشش داده شده با نانوتیوب کربن به صورت فیزیکی و خود به خودی و گرمازایی باشد.

**نتیجه گیری:** کربن فعال پوشیده شده با نانوتیوب کربن چند جداره جاذب مناسبی برای حذف سیپروفلوکساسین از محلول های آبی بوده و قابلیت حذف تا راندمان ۷۳٪ در فاضلاب واقعی را داراست . لذا از آن می توان به عنوان یک جاذب موثر در تصفیه آب و فاضلاب های آلوده به این آنتی بیوتیک (سیپروفلوکساسین) استفاده نمود.

**واژگان کلیدی:** کربن فعال، نانوتیوب کربن، سیپروفلوکساسین، ایزوترم جذب

## Abstract

**Introduction:** Ciprofloxacin is a broad-spectrum antibiotic from the fluoroquinolones group that has been used extensively in the hospital for the treatment of bacterial infections. The fluorine atom has been stabilized in the combination of the antibiotics of the fluoroquinolones group. This antibiotic does not decompose in the aquatic environment of the diuria. Therefore, it is of particular importance to eliminate other antibiotics. The absorption process has been considered more costly compared to other techniques for purification for the initial cost, reuse of wastewater, simplicity and flexibility in design, easy to use and non-susceptible to pollutants and toxic compounds. High quality wastewater production And the absence of free radicals and hazardous substances is one of the other benefits of this approach. The purpose of this study was to investigate the elimination of ciprofloxacin from aqueous solutions by activated carbon coated with multivalent carbon nanotubes.

**Methods:** An experimental study was conducted in the second half of 1397 in the Phytochemical Laboratory of the Medicinal Plants Research Center of the Faculty of Medicine and Environmental Health Engineering Laboratory of Shahrekord University of Medical Sciences and the Laboratory and Environmental Health Engineering Research Center of Kerman University of Medical Sciences. A synthetic sample was prepared at a concentration of 20 to 100 mg / L of ciprofloxacin. Efficiency of removal of ciprofloxacin by activated carbon coated with carbon nanotube under different pH conditions (3, 5, 7, 9 and 12), concentration of adsorbent (40, 30, 20 and 5 mg / l), contact time (10, 20) , 30, 60 and 80 minutes), the initial concentrations of ciprofloxacin (20, 40, 60, 80 and 100 mg / l), temperature (15, 25, 35, 40) were investigated and optimal conditions for removal on the synthetic sample were obtained. Experiments were carried out in optimal conditions with a true solution, which was previously determined for BOD, COD, PH, EC, turbidity and initial concentration of ciprofloxacin. Ciprofloxacin removal rate was measured by high performance liquid chromatography (Agilent 1200). To investigate the structure and morphology of the adsorbent surface and to analyze the functional groups in the adsorbent level, SEM, FTIR, BET analyzes were used before and after the adsorbent modification. All experiments were carried out according to the standard method of water and sewage treatment with three replications. Results were reported on average. Data analysis was performed using SPSS version 18 software

**Results:** The maximum removal efficiency of ciprofloxacin in optimal conditions of pH = 7 and contact time of 30 minutes and absorbance of 20 mg / L and 40 ° C and initial concentration of ciprofloxacin mg / L20 in the synthetic and real samples were 100% and 73%, respectively. Kinetic equations And adsorption isotherms showed that the adsorption process follows the second-order second-order and Freundlich isotherm. The study of thermodynamic equations showed absorption by activated carbon coated with carbon nanotubes physically and spontaneously and thermally.

**Conclusion:** Coagulant carbon-coated carbon nanotubes are suitable adsorbent for eliminating ciprofloxacin from aqueous solutions and can be eliminated to 73% efficiency in actual sewage. Therefore, it can be used as an effective absorbent in the treatment of water and sewage contaminated with this antibiotic (ciprofloxacin).

**Key words:** activated carbon, carbon nanotubes, ciprofloxacin, isotherm adsorption



**Kerman University of Medical Sciences**

**Department of Environmental Health**

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree (MSc)

**Title:**

**Evaluation of the activated carbon coated with multiwalled carbon  
nanotubes in removal of ciprofloxacin from aqueous solutions**

**by:**

**Narges Sharifpour**

**Supervisor:**

**Dr. Mohammad Malakootian**

**Advisors:**

**1. Dr. Fazel Mohammadi Moghaddam**

**2. Dr. Goshtasb Mardani**

**Year:  
2019**



۱۳۹۱

بسمه تعالی

تاریخ .....

شماره .....

پیوست .....

### صورتجلسه دفاع از پایان نامه

معاونت علوم پزشکی کرمان

بالات تکمیلی دانشگاه

دفاعیه پایان نامه تحصیلی نامه خواهمشمنند است نظر خود را در خانم نرگس شریف پور دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
محیط موضوع " بررسی عملکرد کربن فعال پوشش داده شده با نانویوب کربن در حذف سیپروفلوکساسین از محلول های  
آماده و قابل دفاع می باشد . به راهنمایی آقای دکتر محمد ملکوتیان زیر اعلام فرمایید.

تاریخ ۱۴ روز یکشنبه مورخ ۹۷/۱۱/۲۸ با حضور اعضای محترم هیات داوران متشکل از:

سمت	نام و نام خانوادگی	امضا
الف: استاد(ان) راهنما	آقای دکتر محمد ملکوتیان	
ب: استاد(ان) مشاور	۱- آقای دکتر فاضل محمدی ۲- آقای دکتر گشتاسب مردانی	 
ج: عضو هیات داوران (داخلی)	خانم دکتر مریم فرجی	
د: عضو هیات داوران (خارجی)	آقای دکتر علی اسدی پور	
ه: نماینده تحصیلات تکمیلی	آقای مهندس احمد رجایی زاده	

کیل گردید و ضمن ارزیابی به شرح پیوست با درجه ..... بسیار خوب و نمره ..... ۱۸ ..... مورد تأیید  
مهر و امضاء معاون آموزشی  
انتهای  
تاریخ ۱۳۹۷/۱۱/۲۸